

**KEMAMPUAN ISOLAT JAMUR PELAPUK PUTIH (JPP) DARI
TAMAN NASIONAL GUNUNG MERBABU UNTUK
DEKOLORISASI PEWARNA TEKSTIL BLACK B**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Oleh :

PARAMITHA DELLA KURNIAWATI

A420130066

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**KEMAMPUAN ISOLAT JAMUR PELAPUK PUTIH (JPP) DARI
TAMAN NASIONAL GUNUNG MERBABU UNTUK
DEKOLORISASI PEWARNA TEKSTIL BLACK B**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

PARAMITHA DELLA KURNIAWATI
A420130066

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen
Pembimbing



(Dra. Titik Suryani, M.Sc)

NIDN. 051146402

PENGESAHAN
KEMAMPUAN ISOLAT JAMUR PELAPUK PUTIH (JPP)
DARI TAMAN NASIONAL GUNUNG MERBABU UNTUK
DEKOLORISASI PEWARNA TEKSTIL BLACK B

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

PARAMITHA DELLA KURNIAWATI

A420130066

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 18 Juli 2017

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dra. Titik Suryani, M.Sc.

()

(Ketua Dewan Penguji)

2. Dra. Suparti, M.Si.

()

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Putri Agustina, S.Pd., M.Pd.

()

(Anggota II Dewan Penguji)

Surakarta,

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dekan,



()

(Prof. Dr. Harun Joko Prayitno, M. Hum)

NIDN. 0028046501

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 06 Juli 2017

Penulis



PARAMITHA DELLA K.
A420130066

KEMAMPUAN ISOLAT JAMUR PELAPUK PUTIH (JPP) DARI TAMAN NASIONAL GUNUNG MERBABU UNTUK DEKOLORISASI PEWARNA TEKSTIL BLACK B

ABSTRAK

Kemajuan industri membuka peluang yang sangat luas bagi penggunaan pewarna sintetik. Salah satu zat warna yang banyak digunakan adalah black B. Pewarna ini merupakan pewarna sintetik yang sangat sulit terdegradasi di alam. Jamur pelapuk putih dari Taman Nasional Gunung Merbabu dapat digunakan untuk mendegradasi atau dekolorisasi pewarna Black B karena menghasilkan enzim ekstraseluler. Dekolorisasi dilakukan pada media agar berisi campuran *potato dextrose agar* (PDA) dan black B dengan konsentrasi 75 mg/L dengan waktu inkubasi selama 21 hari. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan dekolorisasi dan lama dekolorisasi warna tekstil black B oleh isolat jamur pelapuk putih dari Taman Nasional Gunung Merbabu. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yang terdiri dari 14 isolat JPP. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali. Parameter yang diukur adalah zona bening yang terbentuk dan lama dekolorisasi. Penelitian ini dianalisa menggunakan deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 14 isolat ada 10 isolat yang dapat mendekolorisasi pewarna black B. Dekolorisasi dengan kemampuan tinggi ditunjukkan pada isolat MB₂ *Hericium ramosum* dan MB₁₅ *Trichaptum biforme* dengan waktu 6 hari.

Kata Kunci: Dekolorisasi, *Black B*, Isolat Jamur pelapuk putih, Taman Nasional Gunung Merbabu

ABSTRACT

*Industrial development leading using synthetic dyes widely. One dye that is used is black B. This dye is a synthetic dye that is extremely difficult to degraded nature. White rot fungus Merbabu National Park can be used to degrade or dye decolorization Black B because it produces the enzyme ekstraseluler. Decolorization performed on an agar medium containing a mixture of potato dextrose agar (PDA) and black B with a concentration of 75 mg / L with a time of incubation for 21 days , The purpose of this study was to determine the ability of and length time decolorization of textile colour of black B by white rot fungal isolates from Merbabu Mountain National Park. This research used a method of random complete design with a single factor consisting of 14 JPP isolates . Each treatment was repeated twice. Parameters measured were transparant zone formed and time decolorization. This study was analyzed using qualitative description. The results showed that there were 14 isolates consisting of 10 isolates that can decolorize black B dye. The decolorization with a high ability is the isolates MB₂ *Hericium ramosum* and MB₁₅ *Trichaptum biforme* during 6 days.*

Keywords: decolorization, Black B, isolate white rot fungi, Merbabu National Park

1. PENDAHULUAN

Kemajuan industri membuka peluang yang sangat luas bagi penggunaan pewarna sintetik. Zat warna tekstil terbagi atas 2 jenis berdasarkan sumbernya yaitu pewarna alami dan pewarna sintetik, karena mahalnnya zat pewarna alami beberapa produsen memilih untuk menggunakan pewarna sintesis. Salah satu zat warna yang banyak digunakan pada industri tekstil adalah zat warna azo jenis Remazol Black B (Erkurt, 2010). Penggunaan zat warna azo paling banyak digunakan untuk mewarnai produk tekstil karena harganya ekonomis dan mudah diperoleh (Bafana *et al.*, 2008).

Senyawa azo memiliki struktur umum $R-N=N-R'$, dengan R dan R' adalah rantai organik yang sama atau berbeda. Senyawa ini memiliki gugus $-N=N-$ yang dinamakan struktur azo. Diperkirakan sekitar 2-50% dari zat warna azo yang digunakan selama proses pencelupan dalam industri tekstil tidak mengikat serat, sehingga zat warna yang digunakan akan tersisa pada air buangan yang pada akhirnya akan masuk ke dalam lingkungan sekitarnya (Chatterje dan Dasgupta, 2005).

Jamur dipilih sebagai salah satu organisme biodekolorisasi yang mampu mendegradasi komponen warna yang bersifat toksik karena jamur mempunyai kemampuan untuk transformasi, yaitu merubah dari bahan kimia berbahaya pada limbah menjadi bentuk yang kurang atau tidak berbahaya (Awaluddin, *et al.*, 2001). Jamur Pelapuk Putih merupakan organisme yang mampu menguraikan lignin dari kayu secara selektif. Kemampuan mendegradasi lignin tersebut dikerenakan JPP menghasilkan multi enzim ekstraseluler (Basuki, 1994). Enzim ekstraseluler ini meliputi Mangan peroksidase (MnP), Lignin peroksidase (Lip) dan lakase. Penetrasi hifa jamur ini akan menghancurkan lignin dan membentuk rongga dengan meninggalkan warna keputihan.

Hasil penelitian Tri Panji dan Subarno menunjukkan bahwa JPP jenis *Omphalina* sp. A-1 mampu mendekolorisasi zat warna sintetik merah metil, safranin dan biru metilen dengan konsentrasi 1- 100 ppm selama 48 jam. *Omphalina* sp. A-1 juga mampu mendekolorisasi limbah tekstil berwarna abu-

abu hingga 25% selama 48 jam dan beberapa zat warna tekstil (biru, hitam, merah, dan hijau) dengan konsentrasi 100 ppm juga dalam waktu 72 jam. Karena tingkat spesifitas substrat enzim lakase lebih kuat. Hal ini berbeda dengan penelitian Muslimah dan Nengah, (2013) menunjukkan hasil dari 22 isolat, spesies *Climacodon septentrionalis* paling bagus dalam mendekolorisasi zat warna RBBR (*Remazol Brilliant Blue R*).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik dan telah melakukan penelitian dengan judul “Kemampuan Isolat Jamur Pelapuk Putih (JPP) Dari Taman Nasional Gunung Merbabu Untuk Dekolorisasi Pewarna Tekstil Black B”.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan diLaboratorium Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2017.

Dalam pelaksanaan penelitian ini metode yang digunakan metode eksperimen, menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yang terdiri dari 14 isolat JPP. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali. Parameter yang diukur adalah zona bening yang terbentuk dan lama dekolourisasi. Penelitian ini dianalisa menggunakan deskriptif kualitatif. Analisis dilakukan untuk mempermudah dan memperlancar dalam pengambilan data yang jelas, selain itu pelaksanaan penelitian juga menggunakan metode dokumentasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Hasil dekolorisasi dari 14 isolat JPP dari Taman Nasional Gunung Merbabu terhadap pewarna black B dengan lama inkubasi 21 hari disajikan pada table berikut:

Tabel 3.1 Kemampuan dekolorisasi 14 isolat JPP dari Taman Nasional Gunung Merbabu terhadap pewarna black B dengan lama inkubasi 21 hari.

No.	Nama Spesies	Nomer Isolat	Zona Bening		
			Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3
1.	<i>Ganoderma Aplanatum</i>	MB 1	-	++	-
2.	<i>Hericium ramosum</i>	MB 2	+++	-	-
3.	<i>Phellinus tremulae</i>	MB 3	-	++	-
4.	<i>Collybia peronata</i>	MB 4	-	-	+
5.	<i>Meripilus giganteus</i>	MB 5	-	++	-
6.	<i>Stereum rugosum</i>	MB 7	-	-	-
7.	<i>Laccaria bicolor</i>	MB 8	-	-	+
8.	<i>Fomitopsis pinicola</i>	MB 9	-	-	+
9.	<i>Mycena metata</i>	MB 11	-	-	-
10.	<i>Polyporus squamosus</i>	MB 12	-	-	+
11.	<i>Laccaria laccata</i>	MB 14	-	-	+
12.	<i>Trichaptum bifforme</i>	MB 15	+++	-	-
13.	<i>Formes fomentarius</i>	MB 16	-	-	-
14.	<i>Chondrostereum purpureum</i>	MB 18	-	-	-

Keterangan :

+++ : Tinggi

++ : Sedang

+

- : Tidakterjadidekolorisasi


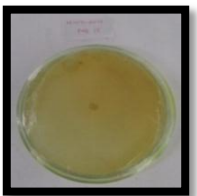
Berdasarkan hasil dari 14 isolat JPP dari Taman Nasional Gunung Merbabu, ada 10 JPP yang mampu mendekolorisasi pewarna tekstil black B dan 4 isolat tidak mengalami dekolorisasi. Pada waktu inkubasi selama 21 hari dengan suhu 28° C. Ada 2 isolat yang memiliki kemampuan mendekolorisasi tinggi yaitu MB₂ dan MB₁₅ sedangkan isolat dengan kemampuan mendekolorisasi sedang ada 3 yaitu MB₁, MB₃ dan MB₅. Untuk isolat dengan kemampuan dekolorisasi rendah ada 5 isolat yaitu MB₉, MB₈, MB₁₂ dan MB₁₄. Isolat yang tidak mampu mendekolorisasi ada 4 yaitu MB₇, MB₁₁, MB₁₆ dan MB₁₈.



3.2 Pembahasan

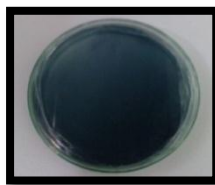
Uji dekolorisasi dalam penelitian ini menggunakan 14 jenis isolat jamur pelapuk putih yang diperoleh dari Taman Nasional Gunung Merbabu. Dari 14 isolat diperoleh hasil akhir mengenai kemampuan dekolorisasi yang berbeda-beda setelah diinkubasi selama 21 hari. Hal ini dapat dilihat dari perpudaran warna media PDA + Black B dengan konsentrasi 75 ppm. Perubahan warna diukur sebagai indikasi bahwa JPP mampu dekolorisasi pewarna Black B menjadi warna kuning kecoklatan. Warna media PDA + Black B 75 ppm = kontrol (Gambar 4.1).

Isolat yang berpotensi mendekolorisasi warna black B dengan kemampuan yang tinggi ditunjukkan dengan skor (+++) yaitu MB₂ *Hericium ramosum* dan MB₁₅ *Trichaptum biforme* (Tabel 4.2). Isolat yang berpotensi mendekolorisasi warna black B dengan kemampuan sedang ditunjukkan dengan skor (++) yaitu MB₁ *Ganoderma Aplanatum*, MB₃ *Phellinus tremulae* dan MB₅ *Meripilus giganteus* (Tabel 4.3). Isolat yang berpotensi mendekolorisasi warna black B dengan kemampuan rendah ditunjukkan dengan skor (+) yaitu MB₄ *Collybia peronata*, MB₈ *L.bicolor*, MB₉ *Fomitopsis pinicola*, MB₁₂ *Polyporus squamosus*, dan MB₁₄ *L.laccata* (Tabel 4.4). Sedangkan isolat yang tidak dapat mendekolorisasi warna black B ditunjukkan dengan skor (–) yaitu MB₇ *Stereum rugosum*, MB₁₁ *Mycena metata*, MB₁₆ *Formes fomentarius* dan MB₁₈ *C. Purpureum* (Tabel 4.5).

Tabel 4.2 Hasil dekolorisasi pewarna black B dengan kemampuan tinggi (+++)

No.	Nama Spesies	No. Isolat	Gambar	
			Tampak depan	Tampak belakang
1.	<i>Hericium ramosum</i>	MB ₂		

No.	Nama Spesies	No. Isolat	Gambar	
			Tampak depan	Tampak belakang
2.	<i>Trichaptum biforme</i>	MB ₁₅		



Gambar 4.1 Kontrol

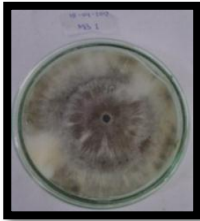
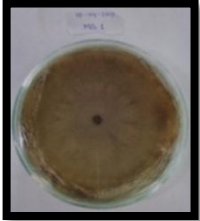

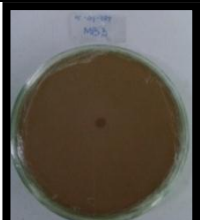


Selama penelitian dengan waktu 21 hari, isolat yang paling cepat mendekolorisasi warna blak B adalah MB₂ dan MB₁₅ dengan waktu 6 hari. Hasil perpadaran warna dapat dilihat pada media yang berubah menjadi warna coklat bening pada keseluruhan cawan petri. Hal ini dimungkinkan pada ke dua jamur tersebut menghasilkan satu atau lebih jenis enzim lignolitik, sehingga proses dekolorisasi berlangsung lebih cepat dari pada jamur lain.

Hal ini didukung oleh penelitian Eshghi,dkk (2011), menunjukan bahwa dari ketiga jenis jamur pelapuk putih yaitu *Trichaptum gibbosa*, *T. hirsuta*, dan *Trichaptum biforme* untuk dekolorisasi pewarna remazol Black 5, Methilen Blue, dan Methyl Green, jamur yang paling bagus mendekolorisasi warna adalah *Tricaptum biforme* dari pada dua spesies lainnya. Mangan Peroksidase (MnP) adalah enzim utama *Tricaptum biforme* untuk dapat mendekolorisasi warna Metilen blue. Suhu optimal untuk *Tricaptum biforme* 25 ° C. Suhu optimum untuk aktivitas lakase dan MnP adalah 40 sampai 60 °.

Waktu inkubasi berpengaruh terhadap daya adsorbsi warna black B, hal ini didukung oleh hasil penelitian (Purnama dan Setiati dalam Wulandari 2014) bahwa semakin lama waktu inkubasi maka zat warna yang terserap

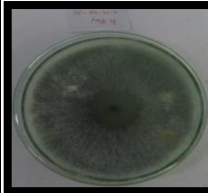
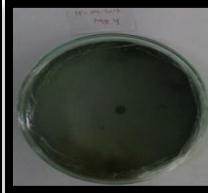
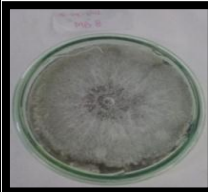
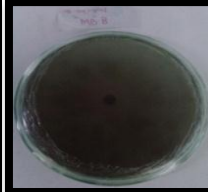

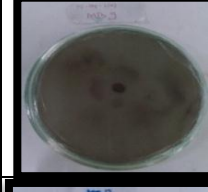
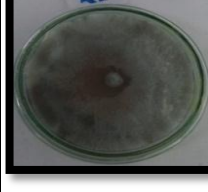
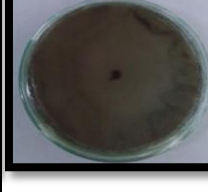
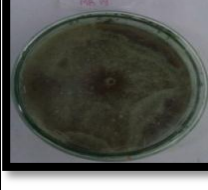
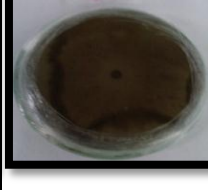
akan semakin besar. Tetapi suatu waktu proses dekolorisasi akan berhenti atau daya serapnya berkurang karena nutrisi pada PDA sudah habis dan pertumbuhan miselium akan terhenti.

Tabel 4.3 Hasil dekolorisasi pewarna black B dengan kemampuan sedang (++)

No.	Nama Spesies	No. Isolat	Gambar	
			Tampak Depan	Tampak Belakang
1.	<i>G. Aplanatum</i>	MB ₁		
2.	<i>Phellinus tremulae</i>	MB ₃		
3.	<i>Meripilus giganteus</i>	MB ₅		

Isolat yang memiliki kemampuan sedang (MB₁, MB₃ dan MB₅) membutuhkan waktu kisaran 14 hari, dan isolat yang memiliki kemampuan rendah (MB₄, MB₈, MB₉, MB₁₂, dan MB₁₄) membutuhkan waktu 14 sampai 21 hari dimana pada cawan petri masih meninggalkan warna black B.

Tabel 4.4 Hasil dekolorisasi pewarna black B dengan kemampuan rendah (+)

No.	Nama Spesies	No. Isolat	Gambar	
			Tampak Depan	Tampak Belakang
1.	<i>Collybia peronata</i>	MB ₄		
2.	<i>Laccaria bicolor</i>	MB ₈		
3.	<i>Fomitopsis pinicola</i>	MB ₉		
4.	<i>P. squamosus</i>	MB ₁₂		
5.	<i>Laccaria laccata</i>	MB ₁₄		

Mekanisme dekolorisasi oleh jamur dapat dilakukan dengan dua cara yaitu enzimatis dan non-enzimatis. Mekanisme secara enzimatis menggunakan enzim-enzim ekstraseluler yang disekresikan oleh jamur. Enzim ekstraseluler ini meliputi enzim lignolitik. Enzim lignolitik dikategorikan menjadi dua kelompok: Peroksidase (MnP dan LiP) dan lakase (Lac).

Menurut Dhouib (2005), proses dekolorisasi terjadi karena adanya proses adsorpsi sebagai sistem non-enzimatik dilanjutkan dengan adanya kemampuan degradasi oleh isolat karena terjadinya aktifitas metabolisme dengan sistem enzimatik. Dalam dekolorisasi dengan jamur secara umum, penghilangan warna diawali dengan peristiwa adsorpsi oleh miselium selanjutnya diteruskan oleh jamur dengan memproduksi metabolit, misalnya berupa enzim ekstraseluler (Awaluddin *et al.* 2001).

Menurut Sigit, (2008) enzim ekstraseluler adalah biokatalisator efektif dalam mempercepat reaksi kimia yang berfungsi merubah nutrisi yang terdapat disekitarnya sehingga memungkinkan nutrisi tersebut untuk memasuki sel. Enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh jamur digunakan untuk memutus ikatan rangkap amina aromatik dan penjurukan rantai karbon siklik yang terdapat pada zat warna sehingga terjadi proses perpudaran warna.

Sekresi enzim oleh jamur dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Seperti suhu, pH dan konsentrasi. Pada penelitian ini pH media bersifat asam yaitu 6. Hal ini didukung oleh banyak hasil penelitian. Menurut (Ulfi, Purnomo dan Putri, 2014) yang melakukan penelitian dengan membandingkan antara variasi konsentrasi warna metilen blue 50,75, dan 100 mg/L. Indeks dekolorisasi terbesar pada media agar ditunjukkan pada konsentrasi MB 75 mg/L sebesar 0,915. Sedangkan menurut Campbell *et al.*, (2002) bahwa suhu adalah salah satu faktor penting dalam aktivitas suatu enzim sampai pada suatu titik kecepatan suatu reaksi enzimatik, yang meningkat sejalan dengan meningkatnya suhu. Menurut Djariyah (2011) bahwa miselium *Pleurotus ostreatus* tumbuh optimal pada suhu 25-30 °C.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang dekolorisasi jamur pelapuk putih dari Taman Nasional Gunung Merbabu dapat disimpulkan bahwa :

1. Isolat yang memiliki kemampuan mendekolorisasi tinggi ditunjukkan pada isolat MB₂ (*Hericium ramosum*) dan MB₁₅ (*Trichaptum biforme*) dengan lama 6 hari.
2. Isolat JPP Merbabu yang memiliki kemampuan mendekolorisasi sedang ada 3 isolat yaitu MB₁ (*G. Aplanatum*), MB₃ (*P.tremulae*) dan MB₅ (*Meripilus giganteus*).
3. Isolat dengan kemampuan rendah ada 5 yaitu MB₄ (*C.peronata*), MB₈ (*Laccaria bicolor*), MB₉ (*F.pinicola*), MB₁₂ (*Pollyporus squamosus*), dan MB₁₄ (*Laccari alaccata*).

4.2 Saran

1. Perlu ada penelitian yang menggunakan media cair untuk uji dekolorisasi dengan menggunakan JPP dari Taman Nasional Gunung Merbabu.
2. Perlu ada penelitian yang membandingkan kemampuan dekolorisasi JPP dari dataran tinggi Merbabu dengan JPP dari dataran rendah.
3. Perlu ada penelitian yang menggunakan jenis jamur selain JPP untuk uji dekolorisasi.
4. Perlu ada penelitian yang menggunakan pewarna selain black B dengan menggunakan isolat JPP dari Taman Nasional Gunung Merbabu.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaluddin R, Darah S, Ibrahim CD, Uyub AM. 2001. Decolorization of commercially available synthetic dyes by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. "*Journal Fungi and Bactery*". 62: 55-63.
- Bafana, A., T. Chakrabarti, P. Muthal and G. Kande. 2008. Detoxification of benzidine based azo dyes by *E.gallinarum* : Time course study". "*Journal Ecotoxicology and Environmental Safety*". 10: 1-5.
- Basuki T. 1994. *Biopulping, biobleaching, dan biodegradasi limbah industri pulp dan kertas oleh fungi Basidiomycetes Phanerochaete chrysosporium*. Bandung: Pusat Antar Universitas, Institut Teknologi Bandung.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., and L.G. Mitchell. 2002. *Biologi Edisi Kelima Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Chatterjee, D., dan Dasgupta, S. 2005. Visible Light Induced Photocatalytic Degradation of Organic Pollutants. "*Journal Photochem Photobio*". 6 :186–205.
- Dhouib. 2005. Autochthonous Fungal Strains With High Ligninolytic Activities From Tunisian Biotopes. "*African Journal of Biotechnol*". 4(5) : 431-436.
- Djariyah, N.M dan A.S. Djariyah. 2001. *Budidaya Jamur Tiram: Pembibitan Pemeliharaan dan Pengendalian Hama Penyakit*. Yogyakarta : Kanisius.
- Erkurt, H. A. 2010. *Biodegradation of Azo Dyes. The Hand Book of Environmental Chemistry. D.Barcelo and A.G. Kostianoy, 9th Ed.* Springer: Verlag Berlin Heidelberg.
- Eshghi, Alishahi dkk. 2011. Decolorization of methylene blue by new fungus: *Trichaptum biforme* and decolorization of three synthetic dyes by *Trametes hirsuta* and *Trametes gibbosa*. "*European Journal of Chemistry Journal*". 2 (4) : 463-468.
- Muslimah, S., & Kuswitasari, Nangah D. 2013. Potensi *Basidiomycetes* Koleksi Biologi ITS sebagai Agen Biodekolorisasi Zat Warna RBBR. "*Jurnal Sains dan Seni POMITS*", 2(1), E234-E239..
- Sigit, A.M. 2008. *Pola Aktivitas Enzim Lignolitik Jamur Tiram (P. ostreatus) Pada Media Sludge Industri Kertas*. Bogor : Program Studi Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Ulfi A, Setyo AP, dan Mutiara. 2014. Biodegradasi Metilen Biru Oleh Jamur Pelapuk Coklat *Fomitopsis pincicola*. "*Jurnal Seni dan Sains*" 2(1):1-4.